云　南　植　物　研　究　1992; 14 (1): 80—86
Acta　Botanica　Yunnanica

欧洲千里光种子休眠与萌发特性的研究

任祝三[1]　阿伯特·利查德[2]

（1 中国科学院昆明植物研究所，昆明 650204）

（2 英国圣安德鲁大学生物医学系）

摘要　采自地中海地区的非辐射状花型欧洲千里光（*Senecio vulgaris* L.）种子有很强的原发性休眠。英国产的欧洲千里光则可在 20℃条件下达到 80%的发芽率。地中海居群的欧洲千里光种子的休眠可以被下列处理打破：15℃的长期贮藏；短时间的低温层积；流水冲洗；赤霉酸处理和破除果皮与种皮。新采收种子的石油醚提取液具有强烈的抑制作用，这意味着胚或种皮含有抑制剂是休眠的原因。种子原发性休眠是对地中海气候类型的一种适应，即植物在冬季也生长。

关键词　欧洲千里光；种子休眠；发芽；生态变异

SEED DORMANCY AND GERMINATION IN MEDITERRANEAN SENECIO VULGARIS

REN Zhu-San[1], ABBOTT R. J.[2]

([1]*Kunming Institute of Botany, Academia Sinica*, Kunming 650204)

([2]*Department of Biology &Preclinical Medicine, Sir Harold Mitchell Building, University of St. Andrews*, St. Andrews, Fife, KY16 9TH, Scotland, U. K.)

Abstract　Fresh seed derived from a Mediterranean population of non-radiate *Senecio vulgaris* L. showed strong innate dormancy over a wide temperature range. In contrast, fresh seed of British *S. vulgaris* exhibited > 80 per cent germination at 20℃ .Dormancy in Mediterranean seed was overcome by: prolonged storage at 15℃ and above; a short stratification treatment (two weeks at 4℃); prolonged leaching with water; treatment with gibberellic acid (GA_3) alone (and with kinetin); and to a lesser extent, by wounding (i.e.removal of a small portion of the fruit and seed coat). A petroleum ether extract from fresh Mediterranean seed strongly inhibited the germination of previously non-dormant seed (of British origin). This implies that dormancy may be caused by an inhibitor present in the embryo or seed coat which might act by preventing the synthesis or liberation of gibberellins required for germination. The innate dormancy exhibited by seed of non-radiate Mediterranean *S. vulgaris*, enables the species to adopt a winter annual life cycle which is typical of Mediterranean ephemerals.

1990年9月收稿，1990年12月定稿。

Key words　*Senecio vulgaris*; Seed dormancy; Germination; Ecotypic variation

在英国广泛分布的非幅射花型欧洲千里光种子的发芽习性已有文献报道[1-4]。据他们的研究结果表明，新鲜的种子总有一部分可以在 10—25℃的光照条件下发芽。种子的发芽率随采收时间而发生变化，当发芽温度低于 10℃或高于 25℃时发芽率明显下降。多数种子的发芽要求光照，然而仍有 35%的种子可在黑暗中发芽。种子经过 10 周的高温干燥贮藏可以解除休眠。赤霉酸和硝酸钾可以打破休眠。

我们对英国产的非幅射花型欧洲千里光种子的发芽习性有所了解，但对其他居群的种子发芽习性则一无所知。Richards[5] 报道了采自地中海居群的种子发芽比英国产的种子慢。欧洲千里光广泛分布于欧洲，亚洲，南非，北美和澳大利亚，[6,7] 因此，欧洲千里光种子的发芽习性存在多种地理变异。了解种子发芽习性的变异将有助于我们理解植物进化的机理。本项研究比较了英国产的欧洲千里光与地中海产的同种千里光种子的休眠水平，并且调查了打破休眠的方法和休眠原因。

材料与方法

用于研究的欧洲千里光（*Senecio vulgaris* L.）两个居群分别是苏格兰的 Dundee 和西班牙南部的 Cota Donana。在野外分别采集这二个居群的种子，每个居群的采样数不少于 35 株植株，然后在圣安德路斯大学的温室内播种育苗，当种子成熟时采收，以供试验之用。温室的昼夜温度控制在 15—20℃，用水银灯补充光照，达到每天光照 16 小时。

除了特别说明之外，每个发芽试验均有 5 至 6 个重复，每个重复有 25 粒种子，放在直径 4.5cm 的塑料培养皿内，每个培养皿的底上放一层塑料小珠，上面再放一层 Whatman 3 号滤纸。每个培养皿加入数毫升蒸馏水，使滤纸刚接触到水，并使滤纸始终保持湿润。所有发芽试验均在人工气候箱内进行，每天给予 16 小时光照和保持 15℃。

温度对于发芽的影响　温度对于每个居群种子发芽的影响的试验是在自动温度梯度板上做的，该装置类似于 Thompson 和 Grime（1983）。每个铝槽细分为 12 小室，每一小室均有一个自动温度记录仪的探头定时记录温度，试验设定的温度是 4，7，10，13，16，20，25，30 和 35℃。温度梯度板上复盖一透明有机玻璃板，每天给予 16 小时光照。每个处理设六个重复。

冷层积对于发芽的影响　两个居群的新鲜种子冷层积在直径 4cm 的瓦盆里，层积介质是细白沙。每个居群的新鲜种子分别冷藏在 28 个盆内，每盆含 170 粒种子。其中 14 盆加上适量的蒸馏水后，7 盆放在 4℃的冷室里，另外 7 盆放在 15℃的人工气候箱里。其余的 14 盆加上适量的蒸馏水后，其余的 14 盆保持干燥，7 盆放在 4℃冷室内，另外 7 盆放在 15℃的人工气候箱内。每个盆上均复盖一个塑料培养皿盖。所有的盆子都置于避光条件下。每隔 2，4，8，12，16，20 和 24 周，取出种子做发芽试验。

流水冲洗对种子发芽的影响　50 粒种子包裹在尼龙网袋中，10 个尼龙网袋放在一

个500ml的烧杯内然后用自来水进行流水冲洗，水温12—13℃。冲洗一周后取出种子做发芽试验，对照种子则在同时置于相同温度条件下进行发芽。

在第二项流水冲洗试验中，对地中海居群的种子在冲洗的同时给予光照和黑暗二种处理。对于在黑暗条件下冲洗的种子，整个操作均在暗室内进行。

破除果皮种皮对于发芽的影响 去除部分果皮和种皮之后将种子干燥贮藏在光照和黑暗条件下7天，然后进行发芽试验。

赤霉酸和激动素对发芽的影响 新鲜种子分别用不同浓度（500—1000mg／l）赤霉素（GA）和激动素（K）（5—10mg／l）单独处理和共同处理。然后在光照或黑暗条件下进行发芽试验。

休眠种子的提取物对种子发芽的影响 用石油醚，甲醇和蒸馏水分别对新鲜的地中海居群的种子和经一年干燥贮藏的种子进行提取。方法基本上相同于文献[8]。提取物用非休眠的欧洲千里光种子测试它的抑制性。该种子在常规发芽试验中的发芽率是90—100%。

统计 处理之间的差异用最小显著性差异法（0.05）进行计算机统计。

结果与讨论

新鲜的地中海居群种子在所有的测试温度内都不能发芽。在9℃，尚有8%的发芽率（表1）。与此相反，新鲜的英国居群（产Dundee）种子在4—25℃内均可发芽，16—20℃内的发芽最佳。经过10周的干燥贮藏之后地中海居群的种子也能够在9—13℃条件下发芽，它们的发芽率分别是88%和87%。

4℃冷层积两周可以促进上述二个居群种子的发芽（图1a）。进一步的冷层积会引起再次休眠。

15℃冷层积可以迅速打破英国居群种子的休眠，同样的冷层积条件，经过8周的处理，地中海居群的种子只有20%的发芽率。

两个居群种子贮藏在干沙，4℃冷室内，它们始终保持休眠（图1c），但在15℃，干沙贮藏的英国居群的种子，经过12周贮藏之后它们的休眠明显下降（图1d）。

表1. 地中海居群和英国居群的欧洲千里光种子在不同温度下的发芽率

Table 1. Germination percentage of seed of *Senecio vulgaris* of Mediterranean (Matalascañas) and British (Dundee) origin over a range of temperatures.

Seed sype	Temperature（℃）									L.S.D.
	4	7	9	13	16	20	25	30	35	(p=0.05)
Fresh Mediterranean	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	n.s.
British	0.7	1.3	21.3	35.3	62.7	82.0	25.3	0.0	0.0	19.8
10 weeks old Mediterranean	1.3	45.3	88.0	87.3	76.7	50.0	16.8	0.7	0.0	17.5

对新鲜的地中海居群种子进行流水冲洗一周或六周，种子发芽率分别达到 42±15.32%和 92.8±6.0%，在黑暗条件下流水冲洗同样促进种子发芽，黑暗条件下流水冲洗后的发芽率是 77.6±11.08%，光照下的流水冲洗后的发芽率是 99.2±1.26%。

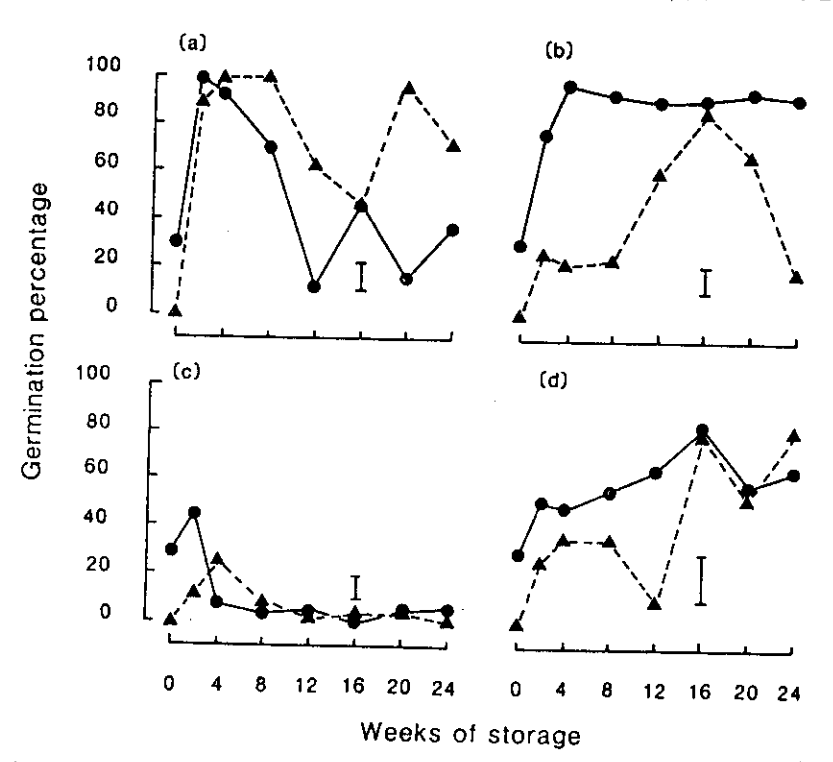


图1. 经过不同贮藏条件处理后的英国居群(－·－)和地中海(－▲－)居群种子的发芽率

(a) 4℃，湿沙贮藏　(b) 15℃，湿沙贮藏

(c) 4℃，干沙贮藏　(d) 15℃，干沙贮藏

Figure 1. Germination of seed of British(－·－)and Mediterranean(－▲－)origin following storage under different conditions: (a) wet sand at 4℃; (b) wet sand at 15℃; (c) dry sand at 4℃; (d) dry sand at 15℃. Bars are least significant differences at $p=0.05$.

地中海居群的完整的新鲜种子不能在黑暗中发芽。发芽率是 0%，破除一小部分种皮之后，种子在黑暗中有一定的发芽率，如经过 7 天光照处理然后破除部分种皮可以明显促进发芽。

光照条件下，500 或 1000mg／1 GA_3 处理可以打破全部地中海居群和英国居群新鲜种子的休眠（表 2）5 或 10mg／1 K 同样可以打破休眠。在黑暗条件下，GA_3 仍可以促进发芽，但最佳效果是 GA_3 加 K 共同处理。

从地中海居群的新鲜种子中得到的石油醚提取液可以抑制非休眠的欧洲千里光种子的发芽（表 3）。对照处理的纯净石油醚则对发芽无任何作用。从干燥贮藏一年的地中海居群种子得到的石油醚提取液仍有一定的抑制性。甲醇提取液仅有很小的抑制作用。水提取液无任何抑制作用。

上述试验结果表明，非幅射花型欧洲千里光地中海居群种子有内源性种子休眠，而

同类花型的英国居群的种子只有很微弱的休眠。在室温下贮藏10周可以打破地中海居群种子的休眠。

表2. 地中海居群和英国居群的欧洲千里光种子经过GA_3和K的预处理，在光照和黑暗条件下的发芽率

Table 2. Germination percentage at 15℃ of fresh seed of Mediterranean and British origin in the light and in the dark following treatment with gibberellic acid (GA_3) and / or kinetin (K).

Light treatment	Seed type	Hormone treatment (mg / l) Control	GA_3(500)	GA_3(1000)	K(5)	K(10)	GA_3(500) +K(10)	L.S.D. (p=0.05)
Light	Mediterranean	1.2	99.2	99.6	43.6	66.0	99.2	16.3
	British	10.0	99.6	99.2	61.6	44.8	98.8	
Dark	Mediterranean	0.0	79.2	78.8	0.0	0.0	90.8	5.3
	British	0.4	87.6	91.6	2.8	0.0	97.6	

表3. 地中海居群的新鲜种子和老种子提取物对于非休眠欧洲千里光种子发芽的影响

Table 3. Germination percentage at 15℃ of non-dormant seed (of Edinburgh origin) following treatment with extracts from fresh or one year old seed of Mediterranean origin.

Extract solvent	Control	Extract from fresh seed	Extract from one year old seed	L.S.D. (p=0.05)
Water	91.2	88.0	91.2	
Methanol	92.0	70.4	68.8	21.0
Petroleum ether	89.6	3.2	49.6	

造成地中海居群种子休眠的原因是胚或种皮含有抑制剂，该抑制物易溶于石油醚中。不但新鲜种子而且老种子中也存在这种抑制物，经过干燥贮藏后该抑制物不再起作用。

$GA_3$500或1000mg / l在光照和黑暗条件下均可打破种子休眠。500mg / l GA_3加上10mg / l K可以增加种子在黑暗中的发芽率。可见发芽抑制物的作用可能是阻止GA或其它激素在种子内的合成或是释放。

其它打破地中海居群新鲜种子休眠的处理是流水冲洗，短时间的冷层积，破除种皮(果皮)。流水冲洗的作用是用水带走了种子内的抑制物，由于抑制物是难溶于水的，所以冲洗需要较长时间。冷层积的作用可能是促进了GA的合成和释放，从而克服抑制物的作用。

在室温和15℃条件下的干燥贮藏都可促进种子发芽。而4℃的干、湿沙层积均无任何促进作用。这表明，在一定的温度条件下，抑制物经过一段时间之后可以被降解或起某种生理反应而丧失抑制作用。

地中海居群种子所具有的这种休眠是对它本身所属的冬季一年生植物的一种适应，尤其是对地中海地区特有的气候条件的适应。在地中海地区欧洲千里光在二月至五期间

开花结籽，种子在整个夏季保持休眠直至初冬才开始发芽以使植株过冬之后才开花结籽。如果种子休眠至晚秋，初冬的短期低温可以迅速促进种子发芽。我们的研究表明：经过 10 周室温下的干沙贮藏，种子的最佳发芽温度范围是 9—16℃；而在 15℃干沙贮藏的种子其最佳发芽温度是 15℃。这意味着这些种子即使有能力在较低温度下发芽，但仍有少数种子会在夏季发芽，实际上种子只是在晚秋和初冬当温度下降时才发芽，这是一个值得研究的问题[9—12]。Thompsom 曾报道地中海地区的石竹科植物种子的发芽温度低于北欧种类的种子。同样的结果也出现在欧洲千里光的居群之间，英国居群的种子最佳发芽温度是 20℃，地中海居群的种子最佳发芽温度是 9—13℃（表 1）这种发芽适温的差异反映了物种对地中海地区和北欧环境条件的适应。

本研究主要报道非幅射花型欧洲千里光两个居群种子的发芽习性。在欧洲千里光内还有二种幅射花型（radiate），它们是 *S. vulgaris* var.*hibernicus* 和 *S. vulgaris* ssp. *denticulatus*[13, 14]。这二种幅射花型欧洲千里光种子都有休眠，种子休眠更深[10]。根据植物的形态特征，本研究所应用的地中海居群的材料应是 *S. vulgaris* ssp. *denticulatus* 的非幅射花类型。在英国产的 *S. vulgaris* var. *vulgaris* 中存在明显的生态变异[15—17]，但没有想到地中海居群的非幅射花型的欧洲千里光种子竟会有休眠，对于该居群的种子休眠和发芽习性是首次报道。

参考文献

〔1〕 Popay A I, Roberts E H. Factors involved in the dormancy and germination of *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic. and *Senecio vulgaris* L. in relation to germination behaviour. *Journal of Ecology* 1970; **58:** 103—122

〔2〕 Popay A I. Roberts E H. Ecology of *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic. and *Senecio vulgaris* L. in relation to germination behaviour. *Journal of Ecology* 1970; **58:** 123—139

〔3〕 Grime J P, Mason G, Curtis A V. et al. A comparative study of germination characteristics in a local flora. *Journal of Ecology* 1981; **69:** 1017—1059

〔4〕 Hilton J R. The influence of light on the germination of *Senecio vulgaris* L. *The New Phytologist* 1983; **94:** 29—37

〔5〕 Richards A J. The inheritance and behaviour of the rayed gene complex in *Senecio vulgaris*. *Heredity* 1975; **34:** 95—104

〔6〕 Holm L G, Pancho J V, Herberger J P. et al. A Geographical Atlas of World Weeds. Wiley, New York. 1979.

〔7〕 Grime J P, Hodgson J G, Hunt R. Comparative Plant Ecology. Unwin Hyman, London. 1989.

〔8〕 Wareing P F, Foda H A. Growth inhibitors and dormancy in *Xanthium* seed. *Physiologia Plantarum* 1957; **10:** 266—280

〔9〕 Thompson K, Grime J P. A comparative study of germination responses to diurnally-fluctuating temperatures. *Journal of Applied Ecology* 1983; **20:** 141—156

〔10〕 Thompson P A. Germination of Caryophyllaceae at low temperatures in relation to geographical distribution. *Nature* 1965; **217:** 1156—1157

〔11〕 Thompson P A. Germination of species of Caryophyllaceae in relation to their geographical distribution in Europe. *Annals of Botany* 1970; **34:** 427—449

〔12〕 Thompson P A. Characterisation of the germination responses of *Silene dioica*(L.) Clairv., populations from Europe. *Annals of Botany* 1975; **39:** 1—19

〔13〕 Allen D E. The taxonomy and nomenclature of the radiate variants of *Senecio vulgaris* L. *Watsonia* 1967; **6:** 280—282

〔14〕 Kadereit J M. Studies on the biology of *Senecio vulgaris* L. ssp. *denticulatus*(O.F. Muell.) P.D. Sell. *The New Phytologist* 1984; **97:** 681—689

〔15〕 Abbott R J. Variation within common Groundsel, *Senecio vulgaris* L. I. Genetic response to spatial variations of the environment. *The New Phytologist* 1976; **76**: 153—164

〔16〕 Abbott R J. Variation within common Groundsel, *Senecio vulgaris* L. II. Local differences within cliff populations on Puffin Island. *The New Phytologist* 1976; **76**: 165—172

〔17〕 Abbott R J, Horrill J C, Noble G D G. Germination behaviour of the radiate and non–radiate morphs of Groundsel, *Senecio vulgaris* L. *Heredity* 1988; **60**: 15—20